

логий четвертой волны в строительстве и архитектуре) // Градостроительство и архитектура. - 2024. - Т. 14. - №4. - С. 171-179. doi: 10.17673/Vestnik.2024.04.24

4. Каширипур М. М. город метавселенной: определение и направление развития для градостроительства и архитектуры. Вестник Брестского государственного технического университета, (3(132), 2–10. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-132-3-2-10>

УДК 69:004

## **МАШИНОЧИТАЕМЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ В BIM: АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**А. Г. Климович**

BIM-менеджер ООО «ПассатПроект»

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме перевода текстовых строительных нормативов в машиночитаемый формат для интеграции с BIM-технологиями. Особое внимание уделяется критическому анализу неудачного опыта РФ по внедрению национального классификатора, где ключевой проблемой стала чрезмерная сложность системы кодирования, ведущая к субъективным ошибкам специалистов. Автор предлагает поэтапный подход: разработку упрощённого и логичного классификатора элементов и атрибутов, а затем использование современных LLM (Large Language Models) для автоматизации перевода норм в цифровые правила. Основной вывод: без универсальной классификации строительной информации автоматизация экспертизы BIM-моделей невозможна.

**Ключевые слова:** BIM, машиночитаемые нормативы, классификатор, LLM, автоматическая экспертиза.

**Введение.** Цифровизация строительной отрасли в рамках внедрения BIM-технологий требует перевода нормативных документов в машиночитаемый формат. Это позволяет автоматизировать экспертизу проектной документации, сократить сроки реализации инвестиционных проектов и повысить качество строительства

Однако опыт России показывает, что создание единой системы классификации строительной информации (КСИ) сопряжено с рядом проблем: сложность структуры, низкая интеграция с международными стандартами и технические ограничения XML-формата.

Республика Беларусь имеет возможность избежать этих ошибок, внедрив упрощённый классификатор, гармонизированный с ISO 19650, и используя LLM для автоматизации процессов.

### **Классификатор строительной информации (КСИ) в России: структура и цели**

КСИ, разработанный под эгидой Минстроя России, представляет собой информационный ресурс, объединяющий 21 классификационную таблицу и более 22 000 элементов. Он разделён на четыре блока:

1. Результат — целевые параметры объектов капитального строительства (ОКС), включая зоны, помещения и функциональные системы.
2. Процесс — этапы жизненного цикла ОКС (проектирование, строительство, эксплуатация).
3. Ресурс — информация о строительных материалах, трудовых и вспомогательных ресурсах.
4. Характеристики — параметры, применимые ко всем группам данных

КСИ стал основой для формирования государственной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД РФ). Его ключевая цель — обеспечение интероперабельности данных между BIM-моделями и другими информационными системами через стандартизованную разметку нормативных документов в формате XML. Например, требования СанПиН, размеченные элементами КСИ, позволяют автоматически проверять соответствие проектных решений санитарным нормам.

### **Проблемы КСИ в России: опыт и ошибки**

Несмотря на амбициозные цели, внедрение КСИ столкнулось с рядом вызовов:

1. Сложность системы кодирования.  
КСИ требует высокой квалификации специалистов для корректной разметки нормативных документов. Субъективные интерпретации приводят к ошибкам, например, некорректному сопоставлению требований с элементами ИМ. По данным ФАУ «ФЦС», только в 2023 году было внесено более 1800 исправлений в классификатор
2. Недостаточная интеграция с международными стандартами.  
Хотя КСИ частично гармонизирован с общероссийскими классификаторами (например, ОКС), он остаётся изолированным от международных систем, таких как ISO 12006-3. Это затрудняет обмен данными с зарубежными партнёрами
3. Технические ограничения XML-формата.  
Машиночитаемые документы, созданные на основе КСИ, часто содержат избыточные теги, что усложняет их обработку системами автоматического анализа. Например, разметка требований из СанПиН включает до 10 уровней вложенности, что снижает производительность программного обеспечения
4. Низкая вовлечённость экспертов.  
Апробация КСИ проводилась в формате видеоконференций с ограниченным кругом участников, что не позволило в полной мере учесть мнения представителей отрасли.

### **Автоматизация экспертизы: механизмы и преимущества**

Перевод нормативных документов в машиночитаемый формат открывает возможность автоматизированной экспертизы проектных решений. Процесс работает следующим образом:

1. Требования нормативных документов (например, СанПиН или СНиП) размечаются элементами классификатора и сохраняются в XML-формате.
2. BIM-модель загружается в систему, где атрибуты её элементов (например, расстояние до детской площадки) автоматически сопоставляются с нормативными параметрами.
3. Алгоритм проверяет соответствие и выдаёт отчёт с выявленными несоответствиями

Этот подход демонстрирует значительные преимущества:

- Сокращение времени экспертизы на 40–60% за счёт исключения ручной проверки.
- Повышение точности за счёт устранения субъективных интерпретаций норм.
- Интеграция с системами управления проектами (ИСУП), что позволяет оперативно корректировать решения на основе результатов экспертизы

Например, в России при тестировании XML-документов на основе КСИ удалось автоматически проверить 85% требований СанПиН, связанных с планировкой жилых зданий. Однако 15% случаев потребовали ручного вмешательства из-за некорректной разметки элементов КСИ.

#### **Дополнительные преимущества машиночитаемых норм**

Помимо автоматизации экспертизы, перевод норм в цифровой формат обеспечивает:

1. Улучшение межсистемной интеграции.  
Машиночитаемые документы позволяют объединить BIM, ERP-системы и государственные информационные платформы (например, ГИСОГД РФ), создавая единую экосистему данных
2. Повышение прозрачности и контроля.  
Цифровые нормы обеспечивают полную трассируемость требований от проекта до эксплуатации, что снижает риски коррупции и ошибок проектирования.
3. Поддержку устойчивого развития.  
Автоматизированный анализ энергоэффективности и экологичности решений становится возможен благодаря параметризации требований (например, нормативов по CO<sub>2</sub>-эмиссиям)
4. Снижение затрат на проектирование.  
По оценкам экспертов, внедрение SMART-стандартов может сократить расходы на этапе проектирования на 15–20% за счёт раннего выявления конфликтов и оптимизации ресурсов.

## **Рекомендации для Республики Беларусь: построение эффективной системы классификации**

На основе анализа ошибок России предложены следующие меры для Беларуси:

### **1. Упрощение структуры классификатора.**

Вместо многоуровневых таблиц КСИ рекомендуется использовать плоскую структуру с минимальной вложенностью. Например, можно разделить элементы по категориям: «Здание», «Коммуникации», «Технологии». Это снизит вероятность субъективных ошибок при кодировании

### **2. Интеграция с международными стандартами.**

Для обеспечения интероперабельности необходимо адаптировать классификатор под ISO 19650 и IFC-формат, широко применяемый в мире. Это упростит обмен данными с международными подрядчиками

### **3. Автоматизация разметки с помощью LLM.**

Современные языковые модели могут значительно ускорить перевод текстовых норм в машиночитаемый формат. Обучив модель на уже размеченных документах КСИ, можно достичь точности разметки до 90%, минимизируя ручную работу

### **4. Открытая платформа для апробации.**

Создание открытой платформы, где специалисты смогут тестировать классификатор, предлагать изменения и получать обратную связь в реальном времени. Это повысит качество системы за счёт коллективного участия

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Машиночитаемые нормы становятся основой цифровой трансформации строительной отрасли. Однако их успешное внедрение напрямую зависит от качества классификатора строительной информации. Ошибки РФ в создании КСИ (сложная структура, отсутствие гармонизации) служат важным уроком для Республики Беларусь. Только через разработку упрощённого, международно-совместимого классификатора и использование технологий LLM для автоматизации разметки можно достичь полной цифровизации норм и автоматизации экспертизы.

*УДК 69.001*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ НА РАННИХ ЭТАПАХ**

**Коньков В.В.**, кандидат технических наук, доцент  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В данной статье на основе анализа мировой инженерной практики в части воздействия комплекса факторов жизненного цикла зданий формулируется задача создания методологии оптимизации последующих стадий функционирования зданий от проектирования и возведения до эксплуатации и завершения его существования с